



Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA  
Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo-CNPBS

ISSN 0103-5614

**SOMBREAMENTO EM FORRAGEIRAS - ASPECTOS AGRONÔMICOS E  
MICROBIOLÓGICOS**

CNPBS  
Seropédica, RJ  
1992

EMBRAPA-CNPBS. Documentos, 10

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ...

EMBRAPA-CNPBS

Antiga Rodovia Rio/São Paulo

Telefone: (021)682-1086; (021)682-1500

Telex: (21)32723 EBPA

Fax: (021)682-1230

Caixa Postal 74-505

23851-970 Seropédica, RJ

Tiragem: 50 exemplares

Comitê de Publicações:

Johanna Dobereiner (Presidente)

Helvécio De-Polli

José Ivo Baldani

Paulo Augusto da Eira

Eliane Maria da Silva Monteiro

Dejair Lopes de Almeida

Dorimar dos Santos Felix (Bibliotecária)

SOUTO, S.M.; ARONOVICH, S. Sombreamento em forrageiras  
Aspectos Agronômicos e Microbiológicos. Seropédica: EMBRAPA-  
CNPBS, 1992. 43p. (EMBRAPA-CNPBS. Documentos, 10).

1. Planta forrageira - Sombreamento. 2. Planta forrageira  
- Aspecto agronômico. 3. Planta forrageira - Aspecto  
microbiológico. I. ARONOVICH, S., colab. II. EMBRAPA. Centro  
Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo (Seropédica, RJ).  
III. Título. IV. Série

CDD 633.2

EMBRAPA - 1992

# **SOMBREAMENTO EM FORRAGEIRAS - ASPECTOS AGRONÔMICOS E MICROBIOLÓGICOS**

**S.M. SOUTO\***

**S. ARONOVICH\*\***

## **1. INTRODUÇÃO**

Em uma área onde são estabelecidas leguminosas e gramíneas em consorciação, a competição pela luz é, freqüentemente, um fator importante no rendimento e qualidade da pastagem. Por outro lado, há uma excelente razão para melhorar o conhecimento da reação dessas plantas, numa pastagem em que se situam também, árvores de interesse ecológico e/ou econômico. Aí, a consorciação se torna limitada pelo sombreamento dessas árvores sobre o consórcio. A finalidade dessa revisão é, pois, fazer um levantamento dos efeitos de níveis de sombreamento no crescimento e na fixação biológica de nitrogênio em gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais e suas implicações no manejo dessas plantas.

---

\* Pesquisador da EMBRAPA/CNPBS

\*\* Pesquisador da PESAGRO/RIO

## **2. EFEITO DO SOMBREAMENTO NO CRESCIMENTO DE FORRAGEIRAS**

### **2.1. Rendimento de matéria seca da parte aérea**

A produção de matéria seca de forrageiras pode decrescer com o sombreamento (Burton et al. 1959; Ludlow et al. 1974), porém a magnitude desse efeito no crescimento depende do estágio de crescimento da planta e da interação dos efeitos de sombreamento com a temperatura, umidade e, especialmente, a fertilização nitrogenada. Quando a adubação nitrogenada é usada, o rendimento de gramíneas, crescendo sem sombra, aumentou consideravelmente, porém o mesmo não acontece quando sombreadas.

Os efeitos da adubação nitrogenada em pastagem sombreada, verificados através do rendimento da matéria seca de seis gramíneas forrageiras, podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1. Níveis de sombreamento (%) que deram maiores produções de matéria seca (MS), e rendimento de M.S de gramíneas, crescendo sem ou com adubação nitrogenada (\*).

Gramíneas	Sem N		Com N <sup>a</sup>	
	Sombreamento (%)	MS (t/ha/ano)	Sombreamento (%)	MS (t/ha/ano)
<i>Panicum maximum</i> (Guiné)	55-73	15	0-30	32
<i>Digitaria decumbens</i> (Pangola)	55-73	14	0	28
<i>Brachiaria miliiformis</i> (Congograss)	73	9	30	18
<i>Pennisetum purpureum</i> (Elefante)	30-55	40	0-30-55	31
<i>Brachiaria brizantha</i> (Signalgrass)	0-30-55-73	14	0-30	28
<i>Pennisetum clandestinum</i> (Quicuí)	30-55-73	4	30	10

(\*) Dados de Eriksen & Whitney (1981)

<sup>a</sup> nível N = 360kg ha/ano

Na Tabela 1, conclui-se que, na ausência da adubação nitrogenada, o rendimento de matéria seca das gramíneas não decresceu com o aumento do sombreamento; ao passo que, com a adubação nitrogenada, o rendimento foi maior nas gramíneas menos sombreadas. Segundo Eriksen & Whitney (1981), o nitrogênio, ao contrário da luz, foi o fator limitante no crescimento dessas gramíneas.

Nas observações de Schreiner (1987), o rendimento de matéria seca de gramíneas (*Brachiaria decumbens*, *Hemarthria altissima*, *Paspalum notatum* e *Digitaria decumbens*), foi reduzido apenas em 5% com 25% de sombreamento, atingindo porém, redução de 41 e 78%, com 50 e 80% de sombreamento, respectivamente. O mesmo autor observou que na 1ª estação de crescimento e com 50 e 80% de sombreamento, o melhor rendimento foi da *B. decumbens*; porém na 2ª estação, com 50% de sombreamento, o rendimento foi mais alto para a *D. decumbens* e *H. altissima* do que para *B. decumbens* e, com 80% de sombreamento, o rendimento da *B. decumbens* foi similar ao da *D. decumbens* e o rendimento da *H. altissima* foi mais baixo. Gutteridge et al. (1976) verificaram que, sob forte sombreamento, a *B. decumbens* teve os mais altos rendimentos (18,7t). O *P. notatum* foi menos tolerante ao sombreamento do que as demais (Schreiner, 1987). Esses resultados sugerem que no planejamento de uma pastagem, sob condições de sombreamento, a escolha das gramíneas deve ser feita em função das suas melhores performances em cada estação do ano.

Segundo Chee & Wong (1990), a taxa de assimilação líquida de gramíneas sob sombreamento, difere de espécie para espécie e determina sua tolerância à sombra.

Em trabalho feito por Evers (1971), o sombreamento e não a idade da folha de *Panicum coloratum*, foi a causa do decréscimo de fotossíntese nas folhas mais velhas.

O efeito do sombreamento no rendimento da matéria seca de leguminosas forrageiras, pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito de níveis de sombreamento na produção relativa de leguminosas<sup>a</sup>

Leguminosa	Sombreamento (%)			
	0	30	55	73
<i>Desmodium intortum</i>	100(540)	89(528)	76(414)	46(245)
<i>Centrosema pubescens</i>	100(461)	82(410)	62(293)	44(205)
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	100(362)	69(265)	41(160)	20(83)

Dados de Eriksen & Whitney (1982)

Os valores entre parênteses se referem ao rendimento de matéria seca em kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

<sup>a</sup>produção sem sombreamento teve o valor 100

A produção do *D. intortum* foi maior em todos os níveis de sombreamento (Tab. 2). Este resultado está em concordância com aquela de Whiteman et al. (1974) quando comparou a performance de *D. intartura* com outras três leguminosas tropicais. Segundo Kitamura et al. (1982), essa mesma leguminosa, competiu melhor pela luz do que a *Setaria anceps* cv. Nandi, com ela consorciada, devido provavelmente às suas folhas delgadas horizontais terem mais baixo ponto de compensação do que as da gramínea. Ainda na Tabela 2, verifica-se, que sem sombreamento o rendimento do *M. atropurpureum* e da *C. pubescens* foram similares, porém com sombreamento, o rendimento da centrosema foi superior, indicando melhor tolerância da mesma ao sombreamento.

Chee & Wong (1990), verificaram que a *Centrosema pubescens* foi mais tolerante à sombra do que o *Calopogonium mucunoides* e a *Pueraria phaseoloides*, sendo também mais persistente (após 4 anos), em pastagem sob seringal. Contudo, Wong et al. (1985), em experimento de campo, observaram que a *Centrosema pubescens* teve a mais baixa produção de MS na sombra, quando comparada com outras leguminosas (*Desmodium ovalifolium*, *Calopogonium caeruleum* e *Pueraria phaseoloides*). Segundo Lu et al. 1969, citado por Imrie et al. 1983, *D. ovalifolium* teve seu melhor crescimento, sob forte sombreamento e freqüente desfolhação. Já Chen & Omar (1984) acharam que sob dendezeiro, o *D. ovalifolium* produziu mais do que *C. pubescens* e *C. caeruleum*, que por sua vez, produziram mais do que *D. heterophyllum* e *Stylosanthes guyanensis* (cvs. Cook & Endeavour). Já Yoon (1971), observou que em cobertura do solo, sob seringal, foi muito importante o efeito temporal da densidade das árvores na sobrevivência de leguminosas. Este mesmo autor, verificou que, após 2,5 anos do plantio das árvores, na menor densidade (210 plantas/ha e 83,1% de luz) a maior cobertura do solo (31%) foi proporcionada pelo kudzu tropical; ao passo que, 4 anos após o plantio, na menor densidade (agora só com 56% de luz), tanto o kudzu tropical como o *Calopogonium mucunoides* não sobreviveram, e a *Centrosema pubescens* apresentou nesta densidade, 26,3% de cobertura do solo.



Ranacou (1972), observou que os rendimentos de *D. intortum* e centrosema não foram severamente reduzidos pelo moderado a forte sombreamento; enquanto os mesmos sombreamentos proporcionaram redução no rendimento do siratro (*Macroptilium atropurpureum*) e do estilosantes (*Stylosanthes guyanensis*).

Em relação ao siratro, Ludlow et al. (1974); Wong & Wilson (1980), também observaram menor crescimento dessa leguminosa, na sombra. Segundo Ludlow & Wilson (1968), a respiração do siratro foi 2 vezes menor na sombra. Eriksen & Whitney (1982), verificaram que, além do crescimento limitado do siratro, houve severo ataque de *Rhizoctonia solanii* nessa leguminosa, com 55 e 73% de sombreamento.

Souto et al. (1970), observaram que o forte sombreamento diminuiu a produção de matéria seca do siratro durante a fase inicial de crescimento, mesmo em plantas com adubação nitrogenada (Tabela 3). Entretanto, com aplicação de P foi menor o efeito de queda de rendimento, quando o siratro cresceu com 75% de sombreamento (Souto et al. 1976b).

Tabela 3. Efeito do sombreamento no crescimento inicial do siratro sob duas fontes de nitrogênio.

Sombreamento (%)	Matéria seca (g/vaso)	
	N numeral (41ppm)	Simbiose
0	1,40	1,10
25	0,90	1,10
50	0,95	0,99
75	0,50	0,46

Dados provenientes da coleta efetuada 50 dias após plantio.  
Dados de Souto et al. (1970).

Segundo Eriksen & Whitney (1982), a leucena-hawaii-gigante (*Leucaena leucocephala*) foi a leguminosa mais produtiva sem sombreamento ou com 30% de sombreamento, porém seu rendimento foi similar ao do *D. intortum* com 55% ou 73% de sombreamento. O estilósante schofield (*Stylosanthes guyanensis*) foi severamente afetado pela sombra, a ponto de seu rendimento, com 73% de sombreamento, representar apenas 12% daquele sem sombreamento, ocorrendo também diminuição do seu "stand" com o tempo.

Os resultados do comportamento de leguminosas ou gramíneas relacionados com o sombreamento entre as mesmas quando consorciadas, ou em função do sombreamento provocado pelas árvores nesses consórcios são mostrados a seguir.

A melhor performance da gramínea "green panic" (*Panicum maximum*) quando em competição com a leguminosa siratro (*Macroptilium atropurpureum*), segundo Wong & Wilson (1980),

foi devida a sua maior habilidade de acumular N e também na mudança da disposição de sua copa, quando sombreada.

De uma maneira geral, o decréscimo na fotossíntese, proporcionado pelo sombreamento, é maior para as gramíneas tropicais (via C-4), e menor para as leguminosas (Thomas, 1975).

Num seringal novo, a gramínea mais produtiva foi o capim guiné (*Panicum maximum*), depois a *Brachiaria brizantha* e a menos produtiva foi a *B. miliiformis*, apesar dos melhores resultados terem sido obtidos com as consorciações guiné + kudzú tropical, guiné + centrosema ou *B. brizantha* + kudzú tropical (Waidyanatha et al., 1984).

Snaydon et al. (1989), verificaram que 65% de sombreamento corresponde àquele que ocorre numa pastagem sob coqueiral velho. Esse nível de sombreamento, reduziu 30% do rendimento de gramíneas (*P. maximum* e *B. miliiformis*) e das leguminosas, *Macroptilium atropurpureum* e *Stylosanthes guyanensis*. A competição das raízes do coqueiro e das forrageiras pela água foi maior do que pela parte aérea dessas plantas.

Escalada & Gerona (1986), estudaram a possibilidade de desenvolver a consorciação capim angola-*Brachiaria mutica* + *Centrosema pubescens*, com adubação NPK, em área plantada com coqueiros. Steel & Humphreys (1974), observaram que o sombreamento sob coqueiral, medido na altura do topo da pastagem, variou, durante o dia, de 12 a 39% (Tabela 4).

Tabela 4. Variação durante o dia do sombreamento em pastagem sob coqueiral.

Hora do dia	% Sombreamento
09:00	23
10:00	12
12:00	20
14:00	34
15:00	39

- . Dados baseados em 175 medições, durante 2 dias
- . Coqueiros 10-12m em espaçamento de 10x12m.
- . Dados extraídos de Steel & Humphreys (1974)

Sob sombreamento de coqueiros, as leguminosas mais tolerantes à sombra, foram *Pueraria phaseoloides* e *Neonotonia wightii* (France Institut de Recherches 1978). Steel & Humphreys (1974), observaram que, sob condições de coqueiral, o estiloso mostrou-se superior na 1ª estação de crescimento e o *Lotononis bainesii* cresceu por mais tempo na estação seca, dando um similar rendimento de N.

Santhrasegaran (1966), verificou que a pastagem reduziu a disponibilidade de nutrientes e umidade para o coqueiro e, como consequência, houve redução no rendimento dessa cultura. Por sua vez, Steel & Humphreys (1974), observaram que, em situação semelhante, o crescimento de leguminosas foi independente da aplicação do P, presumivelmente por causa do acréscimo da disponibilidade daquele elemento em camadas mais profundas do solo.

Segundo Waydyanatha et al. (1984), os capins guiné, e "greenpanic" de (*P. maximum*), "congograss" (*B. decumbens*), "Signalgrass" (*B. brizantha*), *Brachiaria ruziziensis*, *B. miliiformis* e *P. purpureum* e a leguminosa kudzú tropical, afetaram o crescimento da seringueira, porém a redução no crescimento das árvores não foi relacionada, claramente, com a produção dos capins. Por exemplo, o capim guiné, com produções mais altas do que as braquiárias, não prejudicou tanto o crescimento das árvores quanto aquelas gramíneas. O kudzú tropical proporcionou maior diâmetro de alguns clones de seringueira do que os *Panicum* e as braquiárias.

Chee & Wong (1990) mostraram uma série de resultados de aumento de produção de dendezeiro, coqueiro e seringueira, proporcionado por leguminosas forrageiras tropicais. Além disso, os ganhos de peso dos animais e controle de erosão foram melhores, devido às pastagens consorciadas, gramíneas com leguminosas sob estas plantações.

Na Tailândia, de acordo com Applied Scientific Research Corporation of Thailand (1975), as principais gramíneas das pastagens sob coqueiral, são os capins angola (*Brachiaria mutica*), colômbio (*Panicum maximum*) e o "signalgrass" (*Brachiaria brizantha*). As gramíneas e leguminosas recomendadas por Gutteridge & Boonklinkajorn (1979), para pastagens sob coqueiral, são o congograss (*B. decumbens*), signalgrass (*B. brizantha*), corigrass (*B. miliiformis*), alabang X (*Dicanthium aristatum*), green panic., angola, guiné, *Brachiaria dictyoneura*, kudzú tropical, *Desmodium*

*heterophyllum*, *D. ovalifolium*, centrosema e siratro. O ganho de peso, em pastagem de braquiaria + centrosema, nas lotações de 1,0; 1,5 e 2,5 animais/ha foram, respectivamente, 79; 71 e 74,5 kg/animal, durante o período de agosto/78 a set/80 e o rendimento de matéria seca não foi afetado pela intensidade do pastejo (Boonklinkajorn et al. 1984).

Smith & Whiteman (1985), recomendam, baseados nos resultados de 3 anos em pastagem sob coqueiral, que o sucesso, nessas condições pode ser obtido com o controle de pragas e o plantio de centrosema + kudzú tropical, em pasto nativo de *Axonopus compressus*, usando a lotação de 2,5 a 3,0 cabeças/ha. Segundo Chee & Wong (1990), uma lotação adequada, acompanhada de boa disponibilidade de pasto consorciado, além de evitar o controle de ervas daninhas com herbicidas, também evita possíveis danos provocados pelos animais à plantação de culturas com frutos, como o dendezeiro.

O rendimento e o ganho de peso vivo, num pasto de guiné + centrosema, foi maior 45 e 40%, respectivamente, do que no pasto nativo, ambos localizados sob coqueiral (Reynolds & Lovang, 1977; Reynolds, 1977).

Na Costa Rica, em áreas de *Pinus*, com 82% de sombreamento e após 19 meses, *Centrosema spp*, *Desmodium spp* e *Galactia striata*, foram as leguminosas mais adaptadas à sombra, enquanto o estilósante e a anileira (*Indigofera*

*hirsuta*), mostraram pouco crescimento nessas condições (Bazill, 1987).

Pastagem de capim touceira (*Panicum maximum*) sob cajueiro, suportou menor lotação e os animais apresentaram menor ganho de peso vivo, do que pastagem não sombreada, independente da época do ano, (Viana et al. 1977).

## **2.2. Porcentagem de matéria seca (M.S) da parte aérea**

Segundo Gordon et al. (1962), a % de MS de gramíneas foi significativamente reduzida com o aumento do sombreamento e com a adubação nitrogenada.

Os efeitos do sombreamento e da adubação nitrogenada na % de MS de 3 gramíneas (pangola, guiné e "corigrass"), em duas estações do ano, são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5. Efeito do sombreamento e da adubação nitrogenada na % MS de gramíneas forrageiras em duas estações do ano.

Sombreamento (%)	MS (%)	
	Estação quente	Estação fria
0	26,0 <sup>a</sup>	25,4 <sup>a</sup>
30	22,6 <sup>ab</sup>	22,3 <sup>b</sup>
55	19,4 <sup>bc</sup>	19,6 <sup>c</sup>
73	16,8 <sup>c</sup>	16,8 <sup>d</sup>
N		
(kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )		
0	23,0 <sup>a</sup>	22,8 <sup>a</sup>
365	19,4 <sup>b</sup>	19,2 <sup>b</sup>
Gramíneas		
Pangola	19,6 <sup>c</sup>	17,8 <sup>c</sup>
Guiné	22,9 <sup>a</sup>	24,0 <sup>a</sup>
Corigrass	21,2 <sup>b</sup>	21,5 <sup>b</sup>

. Dados extraídos de Eriksen & Whitney (1989)  
. Diferenças estatísticas (p < 0,05) nas colunas

Considerando-se as três gramíneas em conjunto, a % de MS foi reduzida de 1% para cada 10% de aumento de sombreamento, assim como a adubação nitrogenada reduziu de 1 a 3% a % de MS, em todas as intensidades de sombreamento (Tabela 5).

Os efeitos do sombreamento e da adubação nitrogenada na diminuição da porcentagem de matéria seca têm importante implicação na alimentação de ruminantes e conseqüentemente na sua produção. Isso porque esses animais só podem consumir um volume limitado por dia e, assim, a forragem com excessivo teor de umidade, pode restringir a ingestão de



nutrientes. É verdade que a digestibilidade poderia aumentar, de modo suficiente, para compensar a redução da velocidade de passagem através do trato do ruminante. Porém, segundo Waldo (1970), a digestibilidade da matéria seca só influi na ingestão de forragem até o nível de 67%. Quando a digestibilidade está acima desse nível, chega a diminuir o consumo de forragem por parte do animal. E, segundo Weston (1968), o volume influencia a ingestão de forragem mais do que a digestibilidade.

Por outro lado, Marten (1970), baseado em trabalhos de diversos pesquisadores, concluiu que o fator que sempre influi na palatabilidade de plantas forrageiras é a suculência da forragem. E ainda Wilson (1974), citado por Stobbs (1975), afirmou que há evidências de que o consumo de água só limita a ingestão de forragem quando o teor de matéria seca está abaixo de 13 a 15%.

Todas essas considerações mostram que não há uma base concreta para afirmar que o sombreamento por si só, prejudique a ingestão de forragem.

No caso das leguminosas, ao contrário das gramíneas, o sombreamento teve pouca influência na % de MS de 6 leguminosas forrageiras: *Centrosema pubescens* (centrosema), *Macroptilium atropurpureum* (siratro), *Desmodium intortum* ("greenleaf"), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Stylosanthes guyanensis* (estilosantes cv. Schofield) e *D. canum*, como pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6. Efeito do sombreamento na % de MS da parte aérea de leguminosas forrageiras.

LEGUMINOSAS	SOMBREAMENTO (%)			
	0	30	55	73
Centrosema	20,2 <sup>a</sup>	18,6 <sup>a</sup>	18,6 <sup>a</sup>	18,5 <sup>a</sup>
Siratro	18,4 <sup>a</sup>	17,2 <sup>a</sup>	16,1 <sup>a</sup>	16,2 <sup>a</sup>
Greenleaf	20,2 <sup>a</sup>	18,1 <sup>b</sup>	17,9 <sup>a</sup>	18,8 <sup>ab</sup>
Leucena	24,4	24,0	23,2	22,7
Estilosante	20,8	19,2	18,7	18,9
<i>D. canum</i>	30,3	23,3	24,3	26,9

- . Dados extraídos de Eriksen & Whitney (1982) só com análise estatística para centrosema, siratro e greenleaf.
- . Apresentadas diferenças estatísticas nas linhas, só das 3 primeiras leguminosas ( $p < 0,05$ ).

Na Tabela 6, verifica-se que o sombreamento teve pouca influência na % de MS das 6 leguminosas. A redução média foi de 10% para todos os níveis de sombreamento. Resultados baixos (16,2%) de % de MS, podem ser vistos para o siratro sob 55 e 73% de sombreamento.

### 2.3. Rendimento de MS da raiz

Burton et al. (1959), observaram aumento na relação parte aérea: raiz de gramíneas tropicais e temperadas e de leguminosas, crescendo em condições de baixa intensidade de luz.

O efeito do sombreamento, na produção relativa de MS de raízes, em 3 gramíneas (pangola, guiné e "corigrass") com adubação nitrogenada pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7. Efeito do sombreamento na matéria seca de raízes de 3 gramíneas forrageiras sem e com (360 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) adubação nitrogenada.

Sombreamento (%)	Matéria seca (Raízes)	
	- N	+ N
0	100	100
30	48	40
55	21	26
73	10	9

. Dados extraídos de Eriksen & Whitney (1981)  
. O peso seco das raízes no 0% sobreamento foi tomado como 100

Na Tabela 7, observa-se que o sombreamento reduziu significativamente o peso seco das raízes, independente da adubação nitrogenada, resultando isso em muito maior relação parte aérea: raiz, segundo Eriksen & Whitney (1981).

Na consorciação *D. intortum* (greenleaf) + *Setaria anceps* cv. Nandi, o desenvolvimento radicular foi restringido pela competição da parte aérea, mais em "greenleaf" do que na setária. Segundo Kitamura et al. (1981), esses resultados sugerem que embora em termos de crescimento da parte aérea, a "greenleaf" seja mais competidora pela luz do que a setária, a "greenleaf" exige

um moderado nível de radiação e um manejo mais brando para evitar a depressão das reservas das raízes e a subsequente redução de sua habilidade de competir com uma gramínea associada.

É interessante salientar que nas pastagens (leguminosa e gramínea) sob coqueiral, a competição das raízes do coqueiro e das forrageiras por água, foi mais importante do que a da parte aérea (Snaydon et al. 1989).

#### **2.4. Índice de Área Foliar, Relação Área Foliar e Peso e Altura da Planta**

O sombreamento de gramíneas geralmente causa o crescimento mais alongado das hastes, reduz o índice de Área Foliar (IAF) e aumenta a Relação de Área Foliar/Peso da Planta (IAF) (Ludlow et al. 1974; Pyon, 1975).

Ludlow et al. (1974), comparando as taxas de assimilação aparente ( $g \cdot dm^{-2} \cdot semana^{-1}$ ) de duas gramíneas ("green panic" e *B. ruziziensis*) e duas leguminosas (calopogonio e siratro), verificaram que a maior sensibilidade das taxas de assimilação aparente das gramíneas ao sombreamento, em relação às leguminosas, resulta da maior dependência da taxa fotossintética, de toda a planta e das folhas, à luz.

O efeito do sombreamento na altura, área foliar e relação área foliar: peso da planta, de três gramíneas forrageiras, em duas estações do ano, pode ser visto na Tabela 8.



Tabela 8. Efeito do sombreamento na altura, área foliar e na relação área foliar: peso seco da planta de três gramíneas forrageiras, em duas estações do ano.

Sombreamento (%)	Altura da planta (cm)		RAF (cm <sup>2</sup> /g)		IAF (cm <sup>2</sup> .cm <sup>-2</sup> )	
	Estação Quente(Q) Fria(F)		Estação Q F		Estação Q F	
0	39,9 <sup>c</sup>	22,7 <sup>c</sup>	103 <sup>b</sup>	111 <sup>d</sup>	3,29 <sup>ab</sup>	2,36 <sup>a</sup>
30	54,3 <sup>b</sup>	30,4 <sup>b</sup>	126 <sup>b</sup>	131 <sup>c</sup>	4,48 <sup>a</sup>	2,38 <sup>a</sup>
55	63,1 <sup>a</sup>	36,1 <sup>b</sup>	143 <sup>ab</sup>	153 <sup>b</sup>	4,57 <sup>a</sup>	2,27 <sup>a</sup>
73	69,1 <sup>a</sup>	44,5 <sup>a</sup>	148 <sup>a</sup>	177 <sup>a</sup>	3,10 <sup>b</sup>	1,86 <sup>a</sup>

. Dados extraídos de Eriksen & Whitney (1981) de 3 gramíneas (pangola, guiné e "corigrass").  
. Diferenças estatísticas (p < 0,05) nas colunas.  
. RAF - relação de área foliar: Relação, área foliar: peso seco da planta.  
. IAF - índice área foliar. Área foliar/área de solo coberta pelas folhas.

Na Tabela 8 observa-se que a altura das gramíneas aumentou com o sombreamento e foi maior na estação mais quente do ano.

Eriksen & Whitney (1982) verificaram que as leguminosas (centrosema, siratro, "greenleaf", leucena, estilosantes "schofield" e *D. canum*) crescendo na sombra, foram mais altas, com hastes mais grossas e folhas mais delgadas, resultando isso, numa relação maior de massa/volume, quando comparada com plantas crescendo sem sombra.

A RAF das gramíneas, um índice de frondosidade da planta, também aumentou com o sombreamento, mas foi maior na estação mais fria (Tabela 8). O IAF das gramíneas foi

afetado pela sombra apenas na estação fria, proporcionando uma redução de 30% no IAF no maior sombreamento (Tabela 8).

Souto et al. (1970) observaram que, a área foliar de uma leguminosa (siratro), durante o seu estabelecimento, independente da fonte de N (mineral ou simbiose), não foi afetada pelo sombreamento até 75%.

Apesar de os dados não terem sido incluídos na Tabela 8, houve diferença entre espécies para altura de planta (guiné > pangola > corrigrass) em ambas as estações; para RAF ("corigrass" > guiné > pangola) na estação quente, e (pangola > "corigrass" > guiné) na estação fria; e para IAF (guiné > corrigrass = pangola) na estação quente e (pangola = corrigrass > guiné) na estação fria.

## **2.5. Porcentagem de nitrogênio (N%)**

O conteúdo de N de gramíneas, normalmente, aumenta com o sombreamento em contraste com as leguminosas, as quais não são fortemente afetadas (Bathurst & Mitchell, 1958; Burton et al. 1959).

O efeito do sombreamento no teor de N, em médias de 3 gramíneas forrageiras (pangola, guiné e "corigrass"), em 2 estações do ano é apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. Efeito do sombreamento na % de N de gramíneas forrageiras, em duas estações do ano.

Sombreamento (%)	N(%) Estação do Ano	
	Quente	Fria
0	1,00 <sup>c</sup>	1,32 <sup>d</sup>
30	1,13 <sup>b</sup>	1,54 <sup>c</sup>
55	1,17 <sup>b</sup>	1,80 <sup>b</sup>
73	1,61 <sup>a</sup>	2,10 <sup>a</sup>

. Dados extraídos de Eriksen & Whitney (1981).

. Diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) nas colunas.

Na tabela 9 observa-se que a %N foi aumentada com o sombreamento, independente da estação do ano e o efeito do sombreamento foi mais acentuado na estação mais quente do ano.

Os efeitos do sombreamento (0-25-50 e 80%) no aumento da % de N, foi observado também por Schreiner (1987) em quatro gramíneas, *Hemarthria altissima*, *Brachiaria decumbens*, pangola e *Paspalum notatum*.

Em pastagem de capim touceira não sombreada, a produção da gramínea e o ganho de peso dos animais, foram maiores do que na pastagem sombreada por cajueiro, porém o teor protéico de gramíneas foi maior nas pastagens sombreadas e durante a estação seca. (Viana et al. 1977).

Segundo Eriksen & Whitney (1982), a % de N em seis leguminosas forrageiras não foi influenciada pelo



sombreamento, apesar do teor de N diferir entre as leguminosas: leucena (3,4%) = centrosema (3,3) > siratro (3,0) > greenleaf (2,7) > estilosantes (2,6) = *D. canum* (2,6). Sillas (1967), mostrou que com o *Stylosanthes humilis*, o sombreamento não afetou nem a porcentagem de N da parte aérea nem da raiz. Esses efeitos do sombreamento são concordantes com os obtidos por Souto et al. (1970), para o estabelecimento de siratro, sob duas fontes de N (mineral e simbiose).

## **2.6. Rendimento de N total**

Segundo Eriksen & Whitney (1981), para gramíneas forrageiras sem adubação nitrogenada, o sombreamento de moderado a forte, aumentou de duas a três vezes o N total, quando comparado com pastagens sem sombreamento, e isto em parte foi devido ao mais alto teor de N nas plantas sombreadas (Tabela 9).

No caso das leguminosas forrageiras (centrosema, leucena, siratro, "greenleaf", estilosantes e *D. canum*), o N total decresceu com o sombreamento. Isso é explicado por Eriksen & Whitney (1982), como devido à não influência do sombreamento no N dessas leguminosas. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Sillas (1967) para *Stylosanthes humilis*, os de Souto et al. (1970) para o siratro e de Souto et al. (1976a) para soja perene, estilosante, siratro e centrosema.

Durante o crescimento inicial, centrosema e estilosante foram as leguminosas mais tolerantes ao sombreamento, soja perene foi intermediária, ao passo que, o siratro foi a única que apresentou um efeito quadrático decrescente no rendimento de N total, com o aumento do sombreamento (Souto et al. 1976a).

## **2.7. Composição mineral**

O teor de minerais das gramíneas, geralmente, aumenta com o sombreamento (Ludlow et al. 1974; Pyon, 1975) e é maior nas pastagens fertilizadas com N (Eriksen & Whitney, 1981).

Na Tabela 10, podem ser observados os efeitos do sombreamento, adubação nitrogenada e estação do ano, na composição mineral de três gramíneas forrageiras (pangola, guiné e "corigrass").

Na Tabela 11, podem ser observados os efeitos do sombreamento, na composição mineral de seis leguminosas forrageiras.

### **a) P**

Há uma clara tendência de aumento do P nas gramíneas com o sombreamento, especialmente durante a estação mais quente do ano (Eriksen & Whitney, 1981).

A adubação nitrogenada reduziu o P nas plantas, de 60 a 80%, em relação às não adubadas (Tabela 10), efeito este devido à diluição do P pela adubação com N. O decréscimo do

teor de P em gramíneas com a adubação nitrogenada, já havia sido registrado por Vicente-Chandler et al. 1959; Plucknett & Fox (1965), em plantas crescendo sem sombreamento. Não foi observado diferença significativa no teor P entre as três gramíneas estudadas (Eriksen & Whitney, 1981).

O teor de P em leguminosas, sem sombreamento ou com 73% de sombreamento, não diferiu significativamente em nenhuma estação do ano (Tabela 11). A concentração de P foi maior na estação quente (Eriksen & Whitney, 1982).

#### **b) K**

O teor de K nas gramíneas aumentou linearmente com o aumento do sombreamento (Eriksen & Whitney, 1981 e Tabela 10). Não houve efeito da adubação nitrogenada ou estação do ano no teor de K nas gramíneas (Tabela 10).

O teor de  $K^+$  do capim elefante, sem sombra, foi duas vezes maior do que o dos outros capins: guiné, pangola, "corigrass", "signalgrass", quicúio - (Eriksen & Whitney, 1981). Esse resultado está de acordo com o de Gomide et al. (1969), embora os valores verificados por esse autor não sejam tão altos quanto os de Eriksen & Whitney (1981).

O teor de K em leguminosas, aumentou significativamente com o sombreamento (Tabela 11).

#### **c) Ca e Mg**

A concentração de Ca e Mg nas gramíneas, aumentou com o sombreamento, adubação nitrogenada e na estação mais fria

do ano (Tabela 10). Os teores desses minerais em gramíneas são comparáveis aos obtidos por Vicente-Chandler et al. (1959); Whitney (1974).

Teores de Ca e Mg não foram diferentes em plantas de leguminosas sem sombra ou com 55% (não apresentados na Tabela 11) de sombreamento (Eriksen & Whitney, 1982), porém, com 73% de sombreamento, o teor de Mg foi aumentado (Tabela 11).

#### **d) S**

A concentração de S foi aumentada pelo sombreamento em algumas espécies, sendo aproximadamente o dobro para o pangola e "corigrass" (Eriksen & Whitney, 1981). O S aumentou com o N e na estação mais fria do ano (Tabela 10).

O quicuí teve 0,15 a 0,30% de S, enquanto o napier de 0,07 a 0,16% (não apresentados na Tabela 10).

O sombreamento de 0 até 73% não alterou o teor de S nas leguminosas estudadas (Eriksen & Whitney, 1982 e Tabela 11).

#### **e) Cu e Zn**

O sombreamento em gramíneas aumentou em 60% a concentração de Cu e 20% a de Zn (Tabela 10). Nessa mesma tabela, a estação do ano e a adubação nitrogenada afetaram, diferentemente, esses nutrientes, com o Cu sendo aumentado pelo N e o Zn diminuído, sendo a % mais alta de Cu observada na estação quente e nenhum efeito da estação no Zn. Segundo Eriksen & Whitney (1981), a mais alta concentração de Cu foi

verificado no pangola (6 a 10ppm), concordante com os valores de Gomide et al. (1969). Níveis mais altos de Zn foram encontrados em "corigrass" (26 a 45ppm) e mais baixos (17 a 28ppm) em guiné (Eriksen & Whitney, 1981).

Teores de Cu e Zn em leguminosas sem nenhum e com até 55% (não mostrado na Tabela 11) de sombreamento, não se mostraram diferentes, entretanto com 73% o teor de Cu decresceu, enquanto o de Zn não foi diferente entre 55 e 73% (Tabela 11).



Erro!  
A  
orige  
m da  
referê  
ncia  
não  
foi  
encont  
rada.

Tabela 10. Efeito do sombreamento, adubação nitrogenada e estação do ano,

na composição mineral de gramíneas forrageiras.

	Minerais						
	P	K	% Ca	Mg	S	Cu ppm	Zn
<b>Sombreamento</b>							
0	0,286	2,13	0,340	0,322	0,120	4,83	24,8
73	0,312	3,39 <sup>+++</sup>	0,405 <sup>+++</sup>	0,415 <sup>+++</sup>	0,206 <sup>+++</sup>	7,73 <sup>+++</sup>	30,0 <sup>+++</sup>
<b>N</b> (kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )							
0	0,335 <sup>+++</sup>	2,67	0,351	0,355	0,148	5,52	28,9 <sup>+</sup>
365	0,263	2,86	0,394 <sup>+</sup>	0,381	0,177 <sup>+++</sup>	7,03 <sup>+</sup>	25,9
<b>Estação do ano</b>							
Quente	0,290	2,66	0,350	0,326	0,153	6,73	26,4
Fria	0,318	2,87	0,395 <sup>+</sup>	0,384 <sup>+</sup>	0,172 <sup>++</sup>	5,82	28,3
<b>Gramínea</b>	N.S.	++	++	+++	+++	+	+++
<b>Exigência</b>							
a) Gado Corte	0,18-0,47	0,5-0,7	0,18-0,53	0,050	0,17	4-10	30
b) Gado leite	0,31-0,40	0,8-1,2	0,43-0,60	0,20	-	10	-
c) Carneiro	0,16-0,37	0,5	0,21-0,52	0,040-0,08	-	5	-

. Dados extraídos de Eriksen & Whitney (1981)  
. Diferentes estatísticas (+ - 5%, ++ - 1%; +++ - 0,1%)  
. Gramíneas: pangola, guiné e "corigrass"  
(a) NAS 1976; (b) NAS 1978; (c) NAS 1981.

Erro!  
A  
orige  
m da  
referê  
ncia  
não  
foi  
encont  
rada.

Tabela 11. Efeito do sombreamento na composição mineral de leguminosas forrageiras.

Sombreamento (%)	Minerais						
	%			ppm			
	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn
0	0,304	2,20	0,970	0,345	0,232	19,4 <sup>++</sup>	36,4
73	0,313	2,47 <sup>+</sup>	1,040	0,386 <sup>+++</sup>	0,225	16,7	34,9
<b>Exigência</b>							
a) Gado Corte	0,18-0,47	0,5-0,7	0,18-0,53	0,050	0,17	4-10	30
b) Gado leite	0,31-0,40	0,8-1,2	0,43-0,60	0,20	-	10	-
c) Carneiro	0,16-0,37	0,5	0,21-0,52	0,040-0,08	-	5	-

. Dados extraídos de Eriksen & Whitney (1982).  
. Diferenças estatísticas <sup>+</sup> (P < 0,05); <sup>++</sup> (P < 0,01) e <sup>+++</sup> (P < 0,0001).  
. Leguminosas forrageiras: centrosema, leucena, siratro, "greenleaf", estilosantes "schofield" e *D. canum*.  
(a) NAS 1976; (b) NAS 1978; (c) NAS 1981.



## 2.8. Porcentagem do N recuperado

O efeito do sombreamento nas % do N recuperado em seis gramíneas forrageiras é apresentado na Tabela 12.

Tabela 12. Efeito do sombreamento no N recuperado, em 6 gramíneas forrageiras.

Gramínea	Sombreamento (%)			
	0	% N recuperado		73
		30	55	
<i>Digitaria decumbens</i> "pangola"	72	73	35	26
<i>Panicum maximum</i> guiné	69	78	45	9
<i>Brachiaria miliiformis</i> corigrass	49	62	52	30
<i>Pennisetum purpureum</i> elefante	41	39	58	17
<i>Pennisetum clandestinum</i> quicuio	51	42	20	27
<i>Brachiaria brizantha</i> signalgrass	42	76	40	23

. Dados extraídos de Eriksen & Whitney (1981).

A % do N recuperado nas pastagens de gramíneas, variou com o nível de sombreamento. A recuperação do N aplicado alcançou de 41 a 72% nas pastagens sem sombra, 39 a 78% com 30% de sombreamento, 20 a 58% naquelas com 55% de sombreamento e no máximo 30%, nas pastagens com 73% de sombreamento. Esses dados mostram que a adubação

nitrogenada foi benéfica apenas sob condições de adequada luminosidade nas pastagens.

## 2.9. Retorno de Nutrientes ao solo

Resultados da quantidade de nutrientes nas diferentes coberturas vegetais em pastagens sob seringal, dois e cinco anos após o plantio, podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13. Quantidade de nutrientes (kg/ha), em restos de diferentes coberturas vegetais sob seringal, dois e cinco anos após o plantio.

Cobertura vegetal	Restos vegetais (kg/ha)	Nutrientes			
		N	P	K	Mg
Leguminosas <sup>a</sup>	6038	140(226-353) <sup>c</sup>	11(18-27)	31(85-131)	19(15-27)
Gramíneas <sup>b</sup>	6140	63(24-65)	9(8-16)	31(31-86)	16(9-15)
Natural	5383	64(13-117)	6(3-10)	42(46-140)	17(3-8)

. Dados extraídos de Watson et al. (1964).

<sup>a</sup> *Pueraria phaseoloides* + *Centrosema pubescens* + *Calopogonium mucunoides*.

<sup>b</sup> *Axonopus compressus* + *Paspalum conjugatum*

<sup>c</sup> As quantidades entre parenteses foram medidas cinco anos após o plantio.

Na Tabela 13 verifica-se que as leguminosas retornaram 6038 kg de restos/ha dois anos após o plantio, enquanto a cobertura natural retornou 5.383kg.

Com os restos vegetais de leguminosas, após cinco anos (dados entre parenteses), foram devolvidos 226 a 353 kg de N/ha, contra 13 a 117 kg de N/ha no tratamento da cobertura

natural. Também as quantidades de P, K e Mg devolvidas, no caso das leguminosas, foram maiores do que as da cobertura natural.

### 3 - EFEITO DO SOMBREAMENTO NA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

O efeito do sombreamento na atividade da nitrogenase em gramíneas forrageiras, é apresentado na Tabela 14.

Tabela 14. Efeito do sombreamento na atividade da nitrogenase, em cinco gramíneas forrageiras.

Gramínea	Redução do Acetileno ( $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ )			
	Sombreamento (%)			
	0	30	55	73
<i>Digitaria decumbens</i> pangola	++	+++	+	+
<i>Panicum maximum</i> guiné	++	++	+	0
<i>Brachiaria miliiformis</i> "corigrass"	+	+	0	0
<i>Pennisetum clandestinum</i> quicuio	++	+++	0	0
<i>Brachiaria brizantha</i> "signalgrass"	0	0	0	0
. Dados extraídos de Eriksen & Whitney 1981				
. +++ > 20 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$				
++ 10 a 20 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$				
+ alguma atividade				
0 nenhuma atividade				

Houve uma variabilidade muito grande nos resultados (Tabela 14). Segundo Eriksen & Whitney (1981), a atividade da nitrogenase deve ser considerada até 30% de sombreamento. Entretanto, *B. brizantha* ("signalgrass") não mostrou atividade nem no tratamento sem sombreamento.

Whiteman & Lulham (1970) registraram efeitos deletérios do sombreamento e da desfolhação, na nodulação de leguminosas forrageiras, enquanto que Chu & Robertson (1974), atribuíram o decréscimo da atividade da nitrogenase à diminuição do peso dos nódulos, e não, ao decréscimo de sua atividade específica.

No caso das leguminosas forrageiras, centrosema, leucena, siratro, "greenleaf", estilosantes e *D. canum*, Eriksen & Whitney (1982), registraram que centrosema, "greenleaf" e siratro, foram as leguminosas que fixaram mais N na sombra (55 e 73% de sombreamento). Segundo esses mesmos autores, centrosema e "greenleaf", foram as leguminosas em que menos decresceu a atividade de  $N_2$ -ase com o aumento do sombreamento, e são aquelas que têm estolões com nódulos, enquanto as outras leguminosas não têm nódulos superficiais.

Souto et al. (1976a), verificaram que o Siratro teve maior nodulação com 50% de sombreamento, do que outras leguminosas (estilosante, centrosema e soja perene), mas o decréscimo de nodulação do siratro com 75% de sombreamento foi maior que nas demais leguminosas. Wong & Wilson (1980), observaram também o decréscimo da nodulação de siratro com 60% de sombreamento.

A fixação biológica de nitrogênio por leguminosas é de extrema importância na redução da exigência de adubo nitrogenado das árvores plantadas nas pastagens. Watson et al. (1963), estimaram em 170 kg de N/ha.ano, a fixação de nitrogênio da mistura das leguminosas *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens* e *Pueraria phaseoloides* sob seringal. Broughton (1977), estimou a média anual de 150 kg de N/ha, em experimento conduzido por um período de 5 anos, com as mesmas leguminosas, também sob seringal. As leguminosas fixaram 150 kg de N/ha por ano, sob dendezeiro (Agamuthu & Broughton, 1985).

#### **4 - CONCLUSÕES**

Em geral, o sombreamento reduz o rendimento de matéria seca das gramíneas quando a adubação nitrogenada é aplicada, porém, o rendimento aumenta quando ocorre deficiência de N na pastagem. O crescimento e a persistência das leguminosas sob sombreamento, é maior quanto menor for sua taxa de assimilação líquida. As leguminosas têm maior ou menor tolerância à sombra, se a sua taxa de assimilação aparente (TAA) for menor ou maior, respectivamente.

O aumento do sombreamento, geralmente, acarreta diminuição acentuada na % de MS das gramíneas, o que pode ter uma grande importância prática na nutrição animal. No caso das leguminosas, o sombreamento tem pouca influência na variação da porcentagem de MS.

Em gramíneas sombreadas, observa-se decréscimo na quantidade de raízes. Em pastagens sombreadas, portanto, todo cuidado deve ser tomado, a fim de evitar a depressão das reservas das raízes. Apesar das leguminosas serem mais competitivas no crescimento da parte aérea do que o capim sob sombreamento, os resultados indicam que as leguminosas necessitam de um moderado nível de radiação e de um manejo mais brando para evitar a depressão das reservas das raízes.

O conteúdo de N de gramíneas normalmente aumenta com o sombreamento, enquanto nas leguminosas não é observada grande alteração.

O sombreamento das gramíneas pode aumentar de duas a três vezes o N total em pastagem sem adubação nitrogenada, devido em parte ao acréscimo do teor de N nessas condições. As leguminosas, por outro lado, têm sua acumulação de N prejudicada pelo sombreamento.

Com algumas exceções, os teores de minerais nas gramíneas tendem a ser mais altos nas plantas mais sombreadas ou adubadas com N, exceto para o P e Zn, efeito esse geralmente muito maior na estação mais fria. O sombreamento não afeta significativamente o valor nutritivo das leguminosas, tendo mesmo aumentado a concentração de K na planta.

A adubação nitrogenada só tem sido benéfica, em condições adequadas de luminosidade, nas pastagens de gramíneas. O retorno de nutrientes (N, P, K e Mg) nos restos

das leguminosas em pastagem sob seringal, após 5 anos do plantio, é bastante compensador.

As leguminosas forrageiras que apresentaram menor queda da fixação biológica de nitrogênio sob sombreamento de árvores, são aquelas que apresentam nódulos nos seus estolões nessas condições. Estimativas da fixação de nitrogênio em leguminosas, nas mesmas condições, estão em torno de  $160 \text{ kg N.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . O sombreamento, de uma maneira geral, tem um efeito maior nas características de crescimento das gramíneas do que das leguminosas, o que tende a reduzir as vantagens das plantas  $C_4$  na situação de sombreamento.

A literatura mostra que o uso de leguminosas sob árvores, com duplo propósito, de cobertura do solo e como forrageira, é promissor, desde que, sejam tomados determinados cuidados, entre eles, com a persistência da leguminosa frente o aumento do sombreamento proporcionado pela árvore, com o tempo.

## **5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGAMUTHU, P.A.; BROUGHTON, W.J. Nutrient cycling within the developing oil palm-legume ecosystem. **Environment**, Washington, v.13, p.11-123, 1985.

APPLIED SCIENTIFIC RESEARCH CORPORATION OF THAILAND. **Twelfth Annual Report**. Bangkok, Thailand, 1975. 45p.

BATHURST, N.O.; MITCHELL, K.J. The effect of light and temperature on the chemical composition of pasture plants. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.1, p.540-552, 1958.

- BAZILL, J.A.E. Evaluation of tropical forage legumes under *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* in Turrialba, Costa Rica. **Agroforestry Systems; An International Journal**, Netherlands, v.5, n.21, p.97-108, 1987.
- BOONKLINKAJORN, P.; DURIYAPRAPAN, S.; PATTANAVIBUL, S. Grazing Trial on improved pasture under coconuts. In: **Abstracts of TISTR technical reports 1981-83** (compiled by K. Potisombat. Bangkok : Thai National Documentation Centre, 1984.
- BROUGHTON, W.J. Effects of various covers and soil fertility under *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. and growth of the trees. **Agro-Ecosystems**, Netherlands, v.3, p.147-170, 1977.
- BURTON, G.W.; JACKSON, J.C.; KNOX, F.E. Influence of light reduction upon the production, persistence, and chemical composition of coastal bermuda grass (*Cynodon dactylon*). **Agronomy Journal**, Madison, v.52, p.537-542, 1959.
- CHEE, Y.K.; WONG, C.C. Centrosema in plantation agriculture. In: Schultze-Kraft, R.; Clement, R.S., eds. **Biology, Agronomy and Utilization**. Cali : CIAT, 1990. 666p.
- CHEN, C.P.; OMAR, O. Performance of tropical forages under the closed canopy of the oil palm. II. Legumes. **Malaysian Agricultural Research and Development Institute**, Kuala Lumpur, v.12, n.1. p.21-37, 1984.
- CHU, A.C.P.; ROBERTSON, A.G. The effects of shading and defoliation on nodulation and nitrogen fixation by white clover. **Plant and Soil**, The Hague, v.41, p.509-519, 1974.
- DISSANAYARE, S.N.; WAIDYANATHA, S. Performance of some tropical forage grasses interplanted with young *Hevea* trees and their effect on growth of the rubber. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.64, n.2, p.119-121, 1987.
- ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, n.3, p.427-433, 1981.
- ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Growth and fixation of some tropical forage legumes as influenced by solar radiation regimes. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.4, p.703-709, 1982.
- ESCALADA, R.G.; GERONA, G.R. Response of para centro combination to different fertilizer levels under



coconut. **Annals of Tropical Research**, Philippines, v.8, n.4, p.164-175, 1986.

EVERS, G.W. The effect of cutting height and cutting frequency on *Panicum coloratum* L. and the interrelationships of leaf age and photosynthesis. **Dissertation Abstract International, Section B. Physical Sciences and Engineering**, Ann Arbor, v.32, n.1, p.34, 1971.

FRANCE INSTITUT DE RECHERCHES. Improvement of pastures under coconuts in the of pastures under coconuts in the new hibrides. **Tropical Agriculture**, London, v.5, p.27-128, 1978.

GOMIDE, J.A.; NOLLER, C.H.; MOTT, G.O.; CONRAD, J.H.; HILL, D.L. Mineral composition of six tropical grasses as influenced by plant age and nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, p.120-123, 1969.

GORDON, C.H.; DECKER, A.M.; WISEMAN, H.G. Some effects of nitrogen fertilizer, maturity and light on the composition of orchardgrass. **Agronomy Journal**, Madison, v.54, p.376-378, 1962.

GUTTERIDGE, R.C.; WHITEMAN, P.C.; WATSON, S.E. **Annual Report of CSIRO**. Australia, 1976.

GUTTERIDGE, R.S.; BOONKLINAJORN. Improved pasture under coconuts an important concept for southern Thailand. **Thai Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v.12, n.4, p.323-334, 1979.

IMRIE, B.C.; JONES, R.M.; KERRIDGE, P.C. Demodum - The potential resource. In: Burt, R.L.; Rotar, R.P.; Walker J.L.; Silvey, M.W. eds. **The role of Centrosema, Desmodium and Stylosanthes in improving tropical pastures**. 292p. 1983.

KITAMURA, Y.; WHITNEY, A.S.; GUEVARRA, A.B. Legume growth and nitrogen fixation as affected by plant competition for light and for soil nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v.73, p.395-398, 1981.

LUDLOW, M.M.; WILSON, Studies on the productivity of tropical pasture plants. I. Growth analysis, photosynthesis and respiration of Hanul grass and Siratro in a controlled environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.19, p.35-45, 1968.

LUDLOW, M.M.; WILSON, G.L.; HESLEHURST, M.R. Studies on the productivity of Tropical pasture plants. Effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two

grasses and two legumes. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.25, p.425-433, 1974.

MARTEN, G.C. Measurement of forage palatability. In: NATIONAL Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization Nebraska, 1969, Nebraska. **Proceedings...** Nebraska : Center for Continuing Education, 1970. p.D-1-55.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Washington : National Academy of Sciences, 1976.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Washington : National Academy of Sciences, 1978.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Angora : Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries, 1981.

PLUCKNETT, D.L.; FOX, R.L. Effects of phosphorus fertilization on yields and composition of pangola grass and *Desmodium intortum*. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 9., 1965. p.1525-1529.

PYON, J.Y. **Studies on the biology of sourgrass** (*Trichachne insularis* (L) Nees) and its competition with buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.) and guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.). Hawaii : University of Hawaii, 1975. Tese de doutorado.

RANACOU, E. Pasture species under coconuts. In: HUGH, E., ed. **Regional Seminar on pastures and cattle under coconuts**. New Caledonia : South Pac. Comm. Noumea, 1975. p.95-102.

REYNOLDS, S.G. A report of phase 3 of the cattle under coconuts grazing trial at Vaialele Western Samoa. **Report Livestock and Pasture Agronomy Serie, Department of Agriculture Western Samoa**, v.10, p.1-25, 1977.

REYNOLDS, S.G.; LOVANG, T. A report on phase 2 of the cattle under coconuts grazing trial at Vaialele, Western Samoa. **Report Livestock and Pasture Agronomy Série, Department of Agriculture Western Samoa**, v.9, p.2-5, 1977.

SANTHRASEGARAM, K. The effect of monospecific grass swards on the yield of coconuts in the north western province of Ceylon. **Ceylon Coconut Quarterly**, Lunuwila, v.17, p.73-79, 1966.

- SCHREINER, H.G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v.15, p.61-72, 1987.
- SILLAS, D.I. Effect of shade on growth of Townsville lucerne. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, Brisbane, v.24, n.2, p.237-240, 1967.
- SMITH, M.A.; WHITEMAN, P.C. 1985. Animal production from rotationally-grazed natural and sown pastures under coconuts at three rates in the Solomon Islands. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.104, n.1, p.173-180, 1985.
- SNAYDON, R.W.; FERNANDO, O.N.S.; SANGAKKARA, R. The effect of coconut palms on pasture understory. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., Nice, 1989.
- SOUTO, S.M.; CARVALHO, S.R.; FRANCO, A.A. Comportamento de leguminosas forrageiras em diferentes níveis de sombreamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., Salvador, 1976. **Anais...** Salvador : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1976a. p.283-284.
- SOUTO, S.M.; CARVALHO, S.R.; FRANCO, A.A. Importância do fósforo no estabelecimento do siratro sob diferentes níveis de sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 13., Salvador, 1976. **Anais...** Salvador : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1976b. p.285.
- SOUTO, S.M.; FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. Influência da intensidade da luz solar na simbiose e desenvolvimento de "Siratro" (*Phaseolus atropurpureus* D.C.). In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro : DNPEA-MA / IPEACS, 1970. p.55-65.
- STEEL, R.J.H.; HUMPHREYS, L.R. Growth and phosphorus response of some pasture legumes sown under coconuts in Bali. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.8, n.3, p.171-177, 1974.
- STOBBS, T.H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pasture for beef and milk production. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.9, n.2, p.141-150, 1975.
- THOMAS, D. Grass-legume establishment under maize. A new technique for the tropics. **Span-Progress in Agriculture**, Derby, v.18, n.2, n.p., 1975.
- VIANA, O.J., GADELHA, J.A.; PONTES, L.M. Efeito do sombreamento do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), em

pastagem de Capim Touceira - *Panicum maximum* em Pacajú -  
Ce. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**,  
Viçosa, v.6, n.1, p.105-116, 1977.

VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUNA, F.; CARO-COSTAS, R.;  
FIGARELLA, J.; SILVA, S.; PEARSON, R.W. **Intensive  
Grassland management in the humid tropics of Puerto  
Rico**. Mayaguez Campos : University of Puerto Rico, 1959.  
163p. (University of Puerto Rico, Bulletin, 233).

WAIDYANATHA, U.P.S.; WIJESINGHE, D.S.; STAUSS, R. Zero-  
grazed pasture under immature Hevea rubber: productivity  
of some grasses and grass-legume mixtures and their  
competition with Hevea. **Tropical Grasslands**, Brisbane,  
v.18, n.1, p.21-26, 1984.

WALDO, D.R. Factors influencing the voluntary intake of  
forage. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY  
EVALUATION AND UTILIZATION, 1969, Nebraska.  
**Proceedings...** Nebraska : Center for Continuing  
Education, 1970, p. E-4-22.

WATSON, G.A.; WONG, P.W.; NARAYANAN, R. Effect of cover  
plant on soil nutrient status and on growth of Hevea.  
II. The influence of application of rock phosphate,  
basic slag and magnesium limestone on the nutrient  
content of leguminous cover plants. **Journal of the  
Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v.8,  
p.28-37, 1963.

WATSON, G.A.; WONG, P.W.; NARAYANAN, R. Effect of cover  
plants on soil nutrient status and on growth of Hevea.  
III. Comparison of legume creepers with grasses and  
*Mikania cordata*. **Journal of the Rubber Research  
Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v.8, p.80-95, 1964.

WESTON, R.H. Factors limiting the intake of feed by sheep  
III - The mean retention time of feed particles in  
sections of the alimentary tract. **Australian Journal of  
Agricultural Research**, Victoria, v.19, p.261-268, 1968.

WHITEMAN, P.C.; BOHOQUEZ, M.; RANACOU, E.N. Shading  
tolerance in four tropical pasture legume species. In:  
**Biological and physiological aspects of the  
intensification of grasslands utilization**; proceedings  
of the XII International Grasslands Conference, Moscow,  
1974. p.402-407.

WHITEMAN, P.C.; LULHAM, A. Seasonal changes in growth and  
nodulation of perennial tropical pasture legumes in the  
field. I. the influence of planting date and grazing and  
cutting on *Desmodium uncinatum* and *Phaseolus  
atropurpureus*. **Australian Journal of Agricultural  
Research**, Victoria, v.21, p.195-206. 1970.

- WHITNEY, A.S. Growth of Kikuyugrass (*Pennisetum clandestinum*) under clipping. I. Effects of nitrogen fertilization, cutting interval, and season on yields and forage characteristics. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, p.284-287, 1974.
- WONG, C.C.; MOHD-SHARUDIN, M.A.; RAHIM, H. Shade tolerance potential of some tropical forages for integration with plantations 2. Legumes. **Malasyan Agricultural Research and Development Institute**, Kuala Lumpur, v.13, n.3, p.245-269, 1980.
- WONG, C.C.; WILSON, J.R. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.31, p.269-285, 1980.
- YOON, P.K. **Assimilation and productivity in tropical plants**. Singapore : University of Singapore, 1971. 503p. Tese de Doutorado.



Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA  
Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo-CNPBS

ISSN 0103-5614

**SOMBREAMENTO EM FORRAGEIRAS - ASPECTOS AGRONÔMICOS E  
MICROBIOLÓGICOS**

**Sebastião Manhães Souto**

**Salomão Aronovich**

CNPBS  
Seropédica, RJ  
1992